

PAT-NO: JP404019558A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04019558 A

**TITLE: IMAGE PROCESSING METHOD FOR ULTRASONIC FLAW
DETECTION
TEST**

----- KWIC -----

Abstract Text - FPAR (1):

PURPOSE: To accurately measure the position and shape of a defect of a material to be inspected by performing ultrasonic flaw detection by a probe 1 from ≥2 measurement positions nearby a place where the material inspected is assumed to have the defect, and calculating a composite image pattern only at a position where image patterns overlap with each other.

Abstract Text - FPAR (2):

CONSTITUTION: The probe 1 is held on an arm which moves in an X-axial and a Y-axial direction and the surface of the object material 2 is scanned by the probe 1 according to the control signal of a scanner controller 5 to perform the flaw detection by an ultrasonic flaw detector 3. Then a signal processing means generates image patterns of a reflection source with reflection echoes obtained from the measurement positions provided at a coordinate positions where the defect of the object material 2 is estimated. Then the composite image pattern of only the position where the image patterns of the reflection source overlap with each other is calculated and the position and shape

f the
calculated c mp site imag pattern are measured as th position and
shap of
th defect.

Current US Cross Reference Classification - CCXR (1):
73/600

⑫ 公開特許公報(A) 平4-19558

⑤ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)1月23日

G 01 N 29/06
G 06 F 15/62

4 2 0

6928-2J
8419-5L

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全9頁)

⑭ 発明の名称 超音波探傷試験における画像処理方法

⑮ 特 願 平2-122900

⑯ 出 願 平2(1990)5月15日

⑰ 発 明 者 飯 村 正 一 神奈川県横浜市緑区北八朔町2059-1-103

⑱ 発 明 者 萩 原 明 東京都千代田区丸の内1丁目1番2号 日本鋼管株式会社
内⑲ 発 明 者 藤 田 利 明 東京都千代田区丸の内1丁目1番2号 日本鋼管株式会社
内

⑳ 出 願 人 東京瓦斯株式会社 東京都港区海岸1丁目5番20号

\textcircled{21} 出 願 人 日本鋼管株式会社 東京都千代田区丸の内1丁目1番2号

\textcircled{22} 代 理 人 弁理士 佐々木 宗治 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

超音波探傷試験における画像処理方法

2. 特許請求の範囲

(1) パルス反射式の超音波探傷試験方法において、被検材の欠陥が想定される箇所の近傍の少なくとも2箇所以上の測定位置から探触子による超音波探傷を行ない、前記被検材の欠陥が想定される箇所に設けられた座標位置に、前記測定位置から得られた反射エコーよりそれぞれ反射源の画像パターンを作成し、次に前記それぞれの画像パターンの重複する位置のみによる合成画像パターンを算出し、該算出した合成画像パターンの位置及び形状を欠陥の位置及び形状として計測することを特徴とする超音波探傷試験における画像処理方法。

(2) パルス反射式の超音波探傷試験方法において、被検材の欠陥が想定される箇所の近傍の少なくとも2箇所以上の測定位置から探触子による超音波探傷を行ない、前記測定位置から得られた反射エコーよりそれぞれ反射源の距離を計測し、前記各計

測距離とその計測ビームとから被検材における反射源の推定位置範囲をそれぞれ円弧で近似し、次に前記それぞれの円弧の交差する位置範囲を算出し、該算出した交差位置範囲を欠陥の位置及び形状として計測することを特徴とする超音波探傷試験における画像処理方法。

(3) パルス反射式の超音波探傷試験方法において、被検材の欠陥が想定される箇所の近傍の複数の測定位置から探触子による超音波探傷を行ない、前記被検材の欠陥が想定される箇所に設けられた3次元座標位置の各軸において、前記複数の測定位置から得られた反射エコーの度数分布を算出し、該算出した各軸における度数分布の最大値近傍のデータ位置より欠陥の位置を計測し、また前記各軸における度数分布の分布形状より欠陥の形状を計測することを特徴とする超音波探傷試験における画像処理方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明はパルス反射式の超音波探傷試験方法に

において、被検材の欠陥の位置及び形状を精度良く計測するための超音波探傷試験における画像処理方法に関するものである。

〔従来の技術〕

例えば鋼板等を溶接し、この溶接部に欠陥がないかどうかを超音波探傷装置により検査する手法は広く行なわれている。そして欠陥の検出に際しては、被検材の欠陥の位置及び形状を精度良く測定できることが望まれている。

第6図は従来の超音波探傷方法を説明する図であり、被検材2と斜角探触子10のそれぞれの断面を示している。斜角探触子10は被検材2の探傷面に対して斜め方向から超音波を入射するため、例えばアクリル樹脂などの材質のくさび材(シューともいう)11の上に振動子12を設けた構造とし、所定の入射角(探傷面に対する垂線と超音波入射方向とのなす角度) α をもって被検材2へ超音波の送受波を行なう音響信号と電気信号との相互変換素子である。本例における被検材2は、左右2個の鋼板が中央で溶接され一体となったものであ

り、中央の厚さが盛り上った部分が溶接部である。

第6図においては、斜角探傷法により被検材2の溶接部を探傷するため、溶接部からやや離れた位置(本例では溶接部の右側)に斜角探触子10を設け、パルス波またはバースト波により振動子12を外部より駆動し、くさび材12を介して前記入射角 α で超音波を被検材2へ入射する。このくさび材12から被検材2へ超音波を入射すると、両者の境界面において超音波は屈折する。この場合の屈折角 θ は両者の媒質(上例ではアクリルと鋼材)内におけるそれぞれの超音波伝播速度と入射角 α とによりスネルの法則に従って理論的に決まる。この理論的屈折角 θ で超音波の最大エネルギーが伝播する(即ち音圧は最大となる)が、実際の超音波の屈折は、この屈折角 θ を中心軸としてある空間的拡がりのある超音波ビームとして形成される。この超音波ビームが被検材2内を伝播する状態が第6図に示されている。そして被検材2内に屈折して入射した超音波は、被検材2内に音響インピーダンスの異なる反射源(例えば溶接不良の

中空部)があると、その境界面(前例では金属と空気との境界面)から入射波の一部が反射され、入射経路と同一経路を通過して振動子12により検出され、斜角探触子10から出力される。

そして溶接不良等の欠陥の位置は前記理論的屈折角 θ (超音波の最大エネルギーが伝播するため最大の音圧が得られる屈折角である)に基づき算出される。第6図において、Wを超音波入射点から欠陥までのビーム経路、 l を超音波入射点から欠陥までの表面距離(PFDともいう)、 d を探傷面から欠陥までの深さとする、 l 及び d は次の(1)、(2)式により算出される。

$$l = W \cdot \sin \theta \quad \dots (1)$$

$$d = W \cdot \cos \theta \quad \dots (2)$$

また式(1)、(2)におけるWは媒質内の伝播速度が既知であるため、その伝播時間から算出される。

しかし第6図に示されるように前記超音波ビームの拡がりのため、実際に欠陥からの反射が得られる屈折角 θ_0 は理論的屈折角 θ と異なる場合が

あり、この場合には欠陥位置の測定精度は低下することになる。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記のような従来のパルス反射式の超音波探傷方法による欠陥の位置及び形状の測定においては、被検材内に入射する超音波ビームの拡がりのため、実際に欠陥部から反射が得られる屈折角と最大受信エネルギーが得られる屈折角とが必ずしも一致しないので、欠陥の位置及び形状の測定精度が悪いという問題点があった。

本発明は、かかる問題点を解決するためになされたもので、パルス反射式の超音波探傷方法において、被検材の欠陥の位置及び形状を精度良く計測できる超音波探傷試験における画像処理方法を得ることを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

本発明に係る第1の超音波探傷試験における画像処理方法においては、パルス反射式の超音波探傷試験方法において、被検材の欠陥が想定される箇所の近傍の少なくとも2箇所以上の測定位置から

探触子による超音波探傷を行なう超音波探傷手段と、前記被検材の欠陥が想定される箇所に設けられた座標位置に、前記測定位置から得られた反射エコーよりそれぞれ反射源の画像パターンを作成し、次に前記それぞれの画像パターンの重複する位置のみによる合成画像パターンを算出し、該算出した合成画像パターンの位置及び形状を欠陥の位置及び形状として計測する信号処理手段とを備えたものである。

本発明に係る第2の超音波探傷試験における画像処理方法においては、パルス反射式の超音波探傷試験方法において、被検材の欠陥が想定される箇所の近傍の少くとも2箇所以上の測定位置から探触子による超音波探傷を行なう超音波探傷手段と、前記測定位置から得られた反射エコーよりそれぞれ反射源の距離を計測し、前記各計測距離とその計測ビームとから被検材における反射源の推定位置範囲をそれぞれ円弧で近似し、次に前記それぞれの円弧の交差する位置範囲を算出し、該算出した交差位置範囲を欠陥の位置及び形状として

計測する信号処理手段を備えたものである。

本発明に係る第3の超音波探傷試験における画像処理方法においては、パルス反射式の超音波探傷試験方法において、被検材の欠陥が想定される箇所の近傍の複数の測定位置から探触子による超音波探傷を行なう超音波探傷手段と、前記被検材の欠陥が想定される箇所に設けられた3次元座標位置の各軸において、前記複数の測定位置から得られた反射エコーの度数分布を算出し、該算出した各軸における度数分布の最大値近傍のデータ位置より欠陥の位置を計測し、また前記各軸における度数分布の分布形状より欠陥の形状を計測する信号処理手段を備えたものである。

〔作用〕

本発明においては、第1の超音波探傷試験における画像処理方法として、パルス反射式の超音波探傷手段により被検材の欠陥が想定される箇所の近傍の少くとも2箇所以上の測定位置から探触子による超音波探傷を行ない、信号処理手段により前記被検材の欠陥が想定される箇所に設けられた

座標位置に、前記測定位置から得られた反射エコーよりそれぞれ反射源の画像パターンを作成し、次に前記それぞれの画像パターンの重複する位置のみによる合成画像パターンを算出し、該算出した合成画像パターンの位置及び形状を欠陥の位置及び形状として計測する。

また第2の超音波試験における画像処理方法として、パルス反射式の超音波探傷手段により被検材の欠陥が想定される箇所の近傍の少くとも2箇所以上の測定位置から探触子による超音波探傷を行ない、信号処理手段により前記測定位置から得られた反射エコーよりそれぞれ反射源の距離を計測し、前記各計測距離とその計測ビームとから被検材における反射源の推定位置範囲をそれぞれ円弧で近似し、次に前記それぞれの円弧の交差する位置範囲を算出し、該算出した交差位置範囲を欠陥の位置及び形状として計測する。

また第3の超音波探傷試験における画像処理方法として、パルス反射式の超音波探傷手段により被検材の欠陥が想定される箇所の近傍の複数の測

定位置から探触子による超音波探傷を行ない、信号処理手段により前記被検材の欠陥が想定される箇所に設けられた3次元座標位置の各軸において、前記複数の測定位置から得られた反射エコーの度数分布を算出し、該算出した各軸における度数分布の最大値近傍のデータ位置より欠陥の位置を計測し、また前記各軸における度数分布の分布形状より欠陥の形状を計測する。

〔実施例〕

第1図は本発明の一実施例を示す超音波探傷システムの構成図であり、1は超音波の探触子、2は被検材であり、本実施例では溶接された鋼板である。3は超音波探傷器、4は探触子1と超音波探傷器3の間の信号接続ケーブル、5はスキャナ・コントローラ、6はパーソナルコンピュータ（以下CPUという）、7はX-Yスキャナであり、X軸方向及びY軸方向に移動するアーム上に探触子1を保持して、スキャナ・コントローラ5の制御信号に基づき、被検材2の表面に探触子1を走査させ探傷を行なわせる駆動機構である。

第2図(a)は被検材上における探触子の走査を説明する図であり、2は被検材、10は斜角探触子である。図においては、被検材2の溶接部の両側において、斜角探触子10をY軸に沿ってその座標値が増加する方向に一定距離走査させ、次にX軸方向に走査線間隔分だけ移動させた後に、Y軸に沿ってその座標値が減少する方向に同一距離走査させるという動作を繰り返すことにより、所定の走査線間隔(例えば3~5mm)により、探傷検査を要する区域をすべて走査するものである。

第2図(b)は斜角探傷における反射エコーの検出を説明する図である。いま屈折角 θ で屈折して被検材2へ入射した超音波は、そのビームの拡がりにより、Y-Z軸の断面では、屈折角が $\theta + \Delta\theta \sim \theta - \Delta\theta$ の範囲に拡がる。そして入射点からのビーム路徑Wの距離において反射源(音響インピーダンスの異なる境界面、例えば金属と空気との境界面)が存在すると、この反射源からの反射エコーが検出される。

第2図(a)及び(b)を参照し、第1図の動作を

号を受信する。そしてこの受信エコーが得られるまでの時間からビーム路徑信号Wと、受信エコーの振幅を2値又は多値により量子化した振幅データをCPU6に供給する。同時にスキャナ・コントローラ5は前記受信エコーが得られたときの、探触子のx、y座標信号をCPU6に供給する。CPU6はこのようにして、探触子1の各x、y座標位置において得られた反射源からの受信エコーのビーム路徑信号Wより、探触子の走査を行なう各x座標毎に、被検材2の断面、即ちY-Z軸面における反射源の座標値を算出し、該算出された座標位置に対応したアドレスのメモリ(例えばCPU6に内蔵されるメモリ)に2値化又は多値化された受信エコーの振幅データを記憶する。CPU6は被検材2の溶接部の両側の所定区域を走査し、それぞれの探傷データを取得後、本発明に係る画像処理を行なう。

第3図(a)~(c)は本発明の超音波探傷試験における画像処理方法を説明する図である。各図においては、探触子を走査しているあるx座標位置

説明する。CPU6はスキャナ・コントローラ5にあらじめ探触子1の走査プログラムを与えておく。この探触子1の走査プログラムは、例えば第2図(a)に示されるように、被検材2の溶接部の両側の所定区域を走査するため、走査開始位置、走査終了位置、走査線間隔、走査速度等の必要データをプログラムとしたものである。スキャナ・コントローラ5はこの与えられた走査プログラムに従ってX-Yスキャナ7を制御し、探触子1を走査させる。一般的な走査法は、第2図(a)に示されるように、走査開始位置より例えばY軸に沿ってその座標値が増加する方向に一定距離走査させ、次にX軸方向に走査線間隔分だけ移動させた後に、Y軸に沿ってその座標値が減少する方向に同一距離走査させるという動作を走査終了位置に到達するまで繰り返す。この探触子1の走査中に、超音波探傷器3は一定の繰り返し周期毎に探触子1を介して超音波の送信を行ない、第2図(b)に示されるように被検材2へ超音波ビームを入射させ、その内部の欠陥などから反射されるエコー信

における被検材2の断面、即ちY-Z軸面を示し、中央の溶接部近傍の一区域をデジタル的に細分割して、多数の小区域となったy、z座標位置により反射源の画像パターンを示している。この画像パターンの信号処理を行うには、このx、y、z座標値をアドレスとする画像メモリ(前例ではCPU6内に設けられたメモリ)に量子化された反射エコーの振幅データ又は反射エコーの頻度データなどを記憶して、この記憶したデータを読出し、必要の演算処理を行なうようにしている。

また第3図においては、説明を容易にするため反射エコーの振幅値は、所定のしきい値と比較して2値化され、反射源のある座標位置は黒の、反射源のない座標位置は白の画像パターンとしている。しかし、本来反射エコーは反射強度に比例した振幅情報を含んでいるので、エコー振幅値をA/D変換器を介して複数ビットの振幅データとして前記メモリに記憶するようにしてもよい。この場合の画像データは黒と白の間の多階調データとして表示することができる。

この実施例における第3図(a)は、溶接部の右側より探傷を行って取得した欠陥データの位置を黒で表示している。同様に同図(b)は溶接部の左側より探傷を行って取得した欠陥データの位置を黒で表示している。第3図(c)は同図(a)と(b)の欠陥データの位置の重複している位置のみを取り出して画像合成を行った図である。即ち溶接部の両側からの探傷により、被検材内の同一位置にあって共に検出された欠陥データのみを取り出す処理(この信号処理としては2つの画像データの論理積処理)を行ない、この処理結果として得られた第3図(c)の黒く表示された箇所がY-Z軸面における欠陥位置及び形状として計測される。

従って本発明に係る第1の超音波探傷試験における画像処理方法は、パルス反射式の超音波探傷試験方法において、被検材の欠陥が想定される箇所(本例では溶接部)の近傍の少くとも2箇所以上の測定位置(本例では溶接部の左右両側)から探触子による超音波探傷を行ない、前記被検材の欠陥が想定される箇所に設けられた座標位置に、

円弧で近似し、次に前記それぞれの円弧の交差する位置範囲を算出し、該算出した交差位置範囲を欠陥の位置及び形状として計測するものである。

この第2の画像処理方法は第1の画像処理方法の簡易処理法であるが、画像メモリを必要としない方法のため、この第2の処理方法を用いた装置のコストは大幅に低減される。

さらに前記第1及び第2の処理方法に比較して、信号処理は複雑となるが、計測精度の向上する本発明に係る第3の画像処理方法について次に説明する。

実際に探触子の走査探傷により得られる反射源データは、溶接部の両側のみならず、一方の側においても、超音波ビームの拡がりにより、同一のx、y、z座標位置において多数回得られることになる。即ちあるx座標位置において探触子を溶接部から遠い位置から近い位置の方向にY軸に沿って走査させ探傷を行なうと、超音波ビームの拡がりのため、探触子は溶接部から遠い位置からやや近い位置に移動する間に、同一の反射源から何

回も受信エコーを検出することができる。従って受信信号を2値化して欠陥データとしたときに、被検材の同一のx、y、z座標位置において何回欠陥データが検出されたかが、欠陥の位置及び形状を判定するときに重要なデータとなる。本発明に係る第3の処理方法はこの点に着目し、各座標軸における欠陥データの度数分布を算出している。

また第3図(a)～(c)のように画像パターンの合成をそのまま行なう場合は、CPU6内に画像メモリを必要とするため、画像パターンを単純な図形、例えば円弧により近似して欠陥の位置及び形状を算出する簡易処理方法も考えられる。これを第2の画像処理方法とする。

即ち本発明に係る第2の超音波探傷試験における画像処理方法は、パルス反射式の超音波探傷試験方法において、被検材の欠陥が想定される箇所の近傍の少くとも2箇所以上の測定位置から探触子による超音波探傷を行ない、前記測定位置から得られた反射エコーよりそれぞれ反射源の距離を計測し、前記各計測距離とその計測ビームとから被検材における反射源の推定位置範囲をそれぞれ

回も受信エコーを検出することができる。従って受信信号を2値化して欠陥データとしたときに、被検材の同一のx、y、z座標位置において何回欠陥データが検出されたかが、欠陥の位置及び形状を判定するときに重要なデータとなる。本発明に係る第3の処理方法はこの点に着目し、各座標軸における欠陥データの度数分布を算出している。

即ち第3図(c)において示されたZ度数分布では、同一x座標位置において探触子をY軸に沿って走査探傷させ、同一y座標位置のZ軸方向における欠陥データの検出回数の分布データを示している。従ってこのZ軸上の度数分布の最大値の位置が欠陥の深さdとなる。またY度数分布は上記の探触子の走査探傷のときに、Z軸上の座標位置dにおいてY軸方向における欠陥データの検出回数の分布データを示している。従ってこのY軸上の度数分布の最大値の位置を欠陥のy座標位置と考えてよい。

第4図(a)～(c)は本発明の度数分布による画像処理方法を説明する図であり、それぞれX軸の

距離82.0mmにおけるY-Z度数分布図、Y度数分布図及びZ度数分布図を示している。

第4図(a)では、Y度数分布図及びZ度数分布図をそれぞれ、度数分布データの最大値の80%以上のデータによる分布図としている。Y-Z度数分布図は、Y-Z軸面において、前記度数分布データの最大値の80%以上のデータのみによる欠陥の位置及び形状を示している。この80%以上のY-Z度数分布図により被検材の欠陥位置がかなり精度良く計測される。

第4図(b)では、Y度数分布図及びZ度数分布図をそれぞれ度数分布データの最大値の50%以上のデータによる分布図としている。Y-Z度数分布図は、Y-Z面において、前記最大値の50%以上のデータによる欠陥の位置及び形状を示している。この50%以上のY-Z度数分布図により被検材のY-Z軸面における実際の欠陥形状とかなり近い画像パターンが計測される。

第4図(c)では、各分布図は探触子の走査探傷によって得られたすべての検出データにより作成

されている。この場合のY-Z度数分布図における画像パターンは実際の欠陥形状よりやや大きめの画像パターンとして計測される。

第1図のCPU6は、あらかじめ内蔵するプログラムに従い、被検材2を走査探傷して得られた検出データから、第4図(a)~(c)で説明したようにY度数、Z度数、Y-Z度数などの各分布を算出し、これらの分布データより被検材2の溶接部における欠陥の位置と形状を精度良く計測するための各種信号処理を行なう。

また欠陥の形状を正しく把握するには、被検材の各方向からみた断面画像を検査する必要がある。

第5図(a)~(e)は被検材の各方向からみた断面画像の一例を説明する図であり、同図の(a)は被検材2のBスコープ面、Cスコープ面及びSTスコープ面の各方向を、(b)はCスコープ面の画像を、(c)はBスコープ面の画像を、(d)はSTスコープ面の画像を、(e)はSTスコープ面におけるエコー高さ(信号振幅)を、それぞれ示している。このように被検材の各方向からみた断面面

像を検査して欠陥形状を精度良く計測することができる。

第2図(a)及び(b)の実施例においては、超音波の探触子として斜角探触子10の例を示したが、この探触子には例えば、超音波の入射角や屈折角を変えたもの、複数の振動子を内蔵するもの、屈折角を可変とするもの等の多くの種類があり、被検材の欠陥の形状に応じて最適な探触子を選択して使用するものである。

また被検材の形状が複雑の場合は、被検材を水槽内に設置して、垂直探触子を用いて水を媒体として被検材の探傷を行なう場合等もある。

従って、前記実施例では斜角探触子の場合につき説明を行ったが、本発明はこれに限定されるものではなく、垂直探触子などを含む一般的な超音波探触子であれば全く同様の動作を行なうことができる。

以上詳細に説明したように、本発明に係る第3の超音波探傷試験における画像処理方法は、パルス反射式の超音波探傷試験方法において、被検材

の欠陥が想定される箇所の近傍の複数の測定位置から探触子による超音波探傷を行ない、前記被検材の欠陥が想定される箇所に設けられた3次元座標位置の各軸において、前記複数の測定位置から得られた反射エコーの度数分布を算出し、該算出した各軸における度数分布の最大値近傍のデータ位置より欠陥の位置を計測し、また前記各軸における度数分布の分布形状より欠陥の形状を計測するものである。

[発明の効果]

以上のようにこの発明の第1の画像処理方法によれば、パルス反射式の超音波探傷試験方法において、被検材の欠陥が想定される箇所の近傍の少なくとも2箇所以上の測定位置から探触子による超音波探傷を行ない、前記被検材の欠陥が想定される箇所に設けられた座標位置に、前記測定位置から得られた反射エコーよりそれぞれ反射源の画像パターンを作成し、次に前記それぞれの画像パターンの重複する位置のみによる合成画像パターンを算出することにより被検材の欠陥の位置及び形

状を計測するようにしたので、従来の方法に比較して欠陥の位置及び形状の計測精度が向上する効果が得られる。

またこの発明の第2の画像処理方法によれば、前記第1の処理方法における画像パターンを円弧で近似する簡易処理方法として、画像メモリを省略するようにしたので、この処理方法を利用した超音波探傷装置のコスト低減の効果が得られる。

またこの発明の第3の画像処理方法によれば、前記第1の処理方法において、被検材の欠陥が想定される箇所に対して多数の測定位置から超音波探傷を行ない、前記被検材の欠陥が想定される箇所に設けられた3次元座標位置の各軸において、前記多数の測定位置から得られた反射エコーの度数分布を算出し、該算出した各軸における度数分布の最大値近傍のデータ位置より欠陥の位置を計測し、また前記各軸における度数分布の分布形状より欠陥の形状を計測するようにしたので、前記第1及び第2の画像処理方法よりも、さらに欠陥の位置及び形状の計測精度が向上する効果が得ら

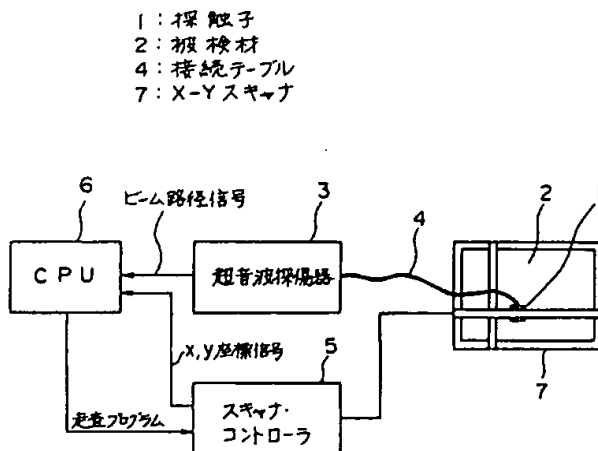
れる。

4. 図面の簡単な説明

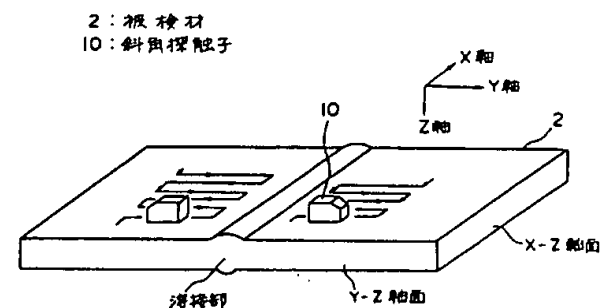
第1図は本発明の一実施例を示す超音波探傷システムの構成図、第2図(a)は被検材上における探触子の走査を説明する図、第2図(b)は斜角探傷における反射エコーの検出を説明する図、第3図(a)～(c)は本発明の超音波探傷試験における画像処理方法を説明する図、第4図(a)～(c)は本発明の度数分布による画像処理方法を説明する図、第5図(a)～(e)は被検材の各方向からみた断面画像の一例を説明する図、第6図は従来の超音波探傷方法を説明する図である。

図において、1は探触子、2は被検材、3は超音波探傷器、4は接続ケーブル、5はスキャナ・コントローラ、6はCPU、7はX-Yスキャナ、10は斜角探触子、11はくさび材、12は振動子である。

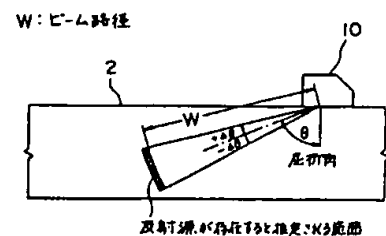
代理人 弁理士 佐々木宗治



第 1 図

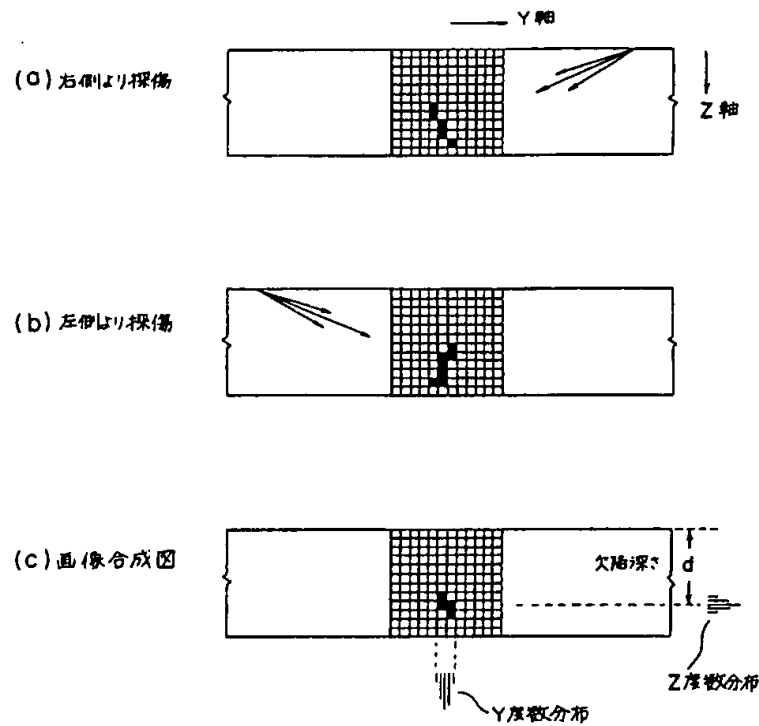


(a)

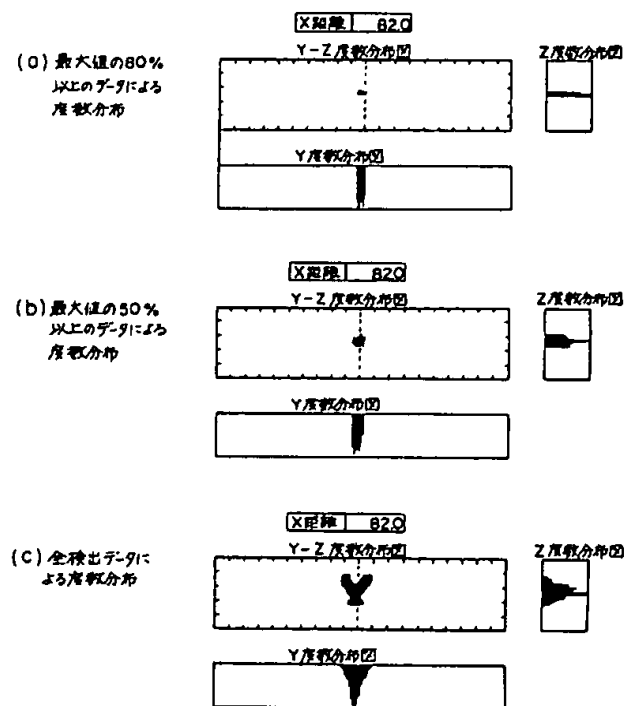


(b)

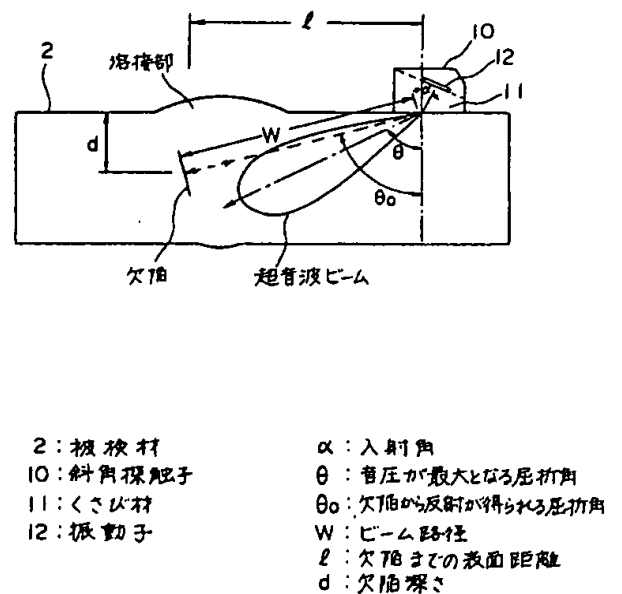
第 2 図



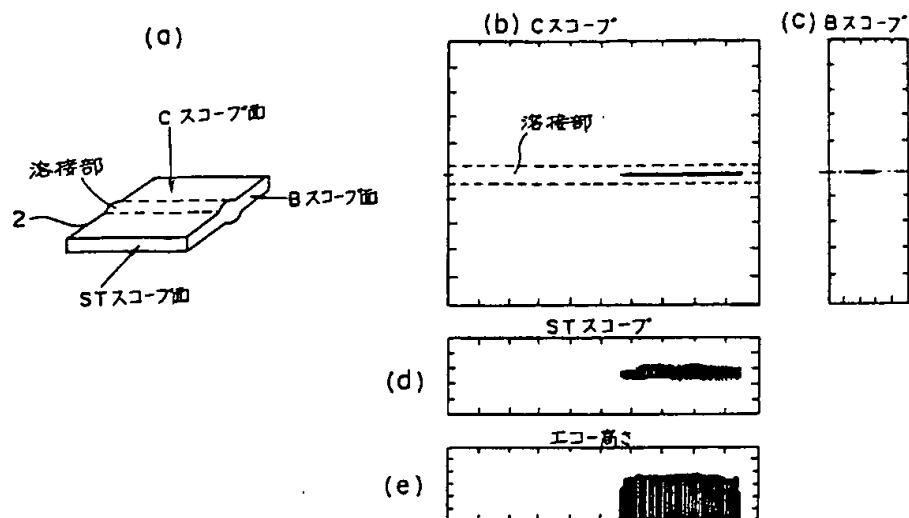
第 3 図



第 4 図



第 6 図



第 5 図